

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

27906/20/1 x



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : <b>H01M 8/04, H02J 9/06</b>		<b>A1</b>	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 98/54777</b>
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. Dezember 1998 (03.12.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP98/03155		(81) Bestimmungsstaaten: CA, TR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).	
(22) Internationales Anmeldedatum: 28. Mai 1998 (28.05.98)			
(30) Prioritätsdaten: 197 22 598.5 29. Mai 1997 (29.05.97) DE		Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): AEG ENERGIE-TECHNIK GMBH [DE/DE]; Lyoner Strasse 44-48, D-60528 Frankfurt (DE).			
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BERG, Norbert [DE/DE]; Heinestrasse 46, D-64295 Darmstadt (DE). FILIP, Gerhard [DE/DE]; Goethestrasse 15, D-61476 Kronberg (DE). KOHLSTRUCK, Bernd [DE/DE]; Adolf-Reichwein-Strasse 83, D-61267 Neu-Anspach (DE). LAMM, Arnold [DE/DE]; Gänsackerweg 64, D-89275 Thalfingen (DE).			
(74) Anwalt: SCHÄFER, Wolfgang; Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, Gerokstrasse 6, D-70188 Stuttgart (DE).			

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM

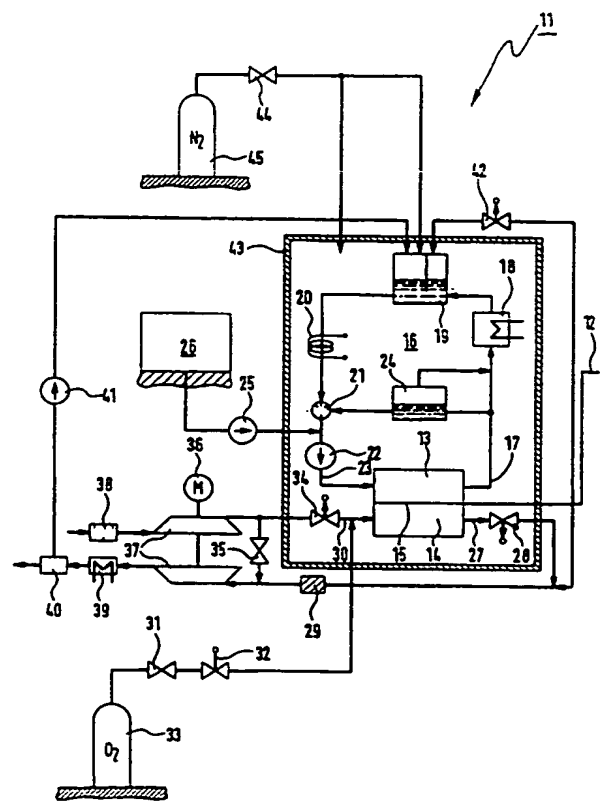
(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLENSYSTEM

(57) Abstract

The invention relates to a fuel cell system (11, 111) comprising an anode chamber (13, 113) and a cathode chamber (14, 114) which are separated from each other by a proton conducting membrane (15, 115). When the fuel cell system is in operation, fuel, specially H<sub>2</sub> or a water-methanol mixture, can be fed to the anode chamber and oxidator, specially oxygen, can be fed to the cathode chamber. In stand-by mode, the cathode chamber (14, 114) cannot be cross-flown and the oxidator and fuel are present in both the cathode chamber (14, 114) and the anode chamber (13, 113). The fuel cell system remains at operating temperature during said stand-by mode. This enables the fuel system (11) to be used as a combined interruption-free power supply unit and a back-up unit.

(57) Zusammenfassung

Es ist ein Brennstoffzellensystem (11, 111) beschrieben, das mit einem Anodenraum (13, 113) und einem Kathodenraum (14, 114) versehen ist, die durch eine protonenleitende Membran (15, 115) voneinander getrennt sind. Im Betriebszustand des Brennstoffzellensystems ist dem Anodenraum ein Brennstoff, insbesondere H<sub>2</sub> oder ein Wasser/Methanol-Gemisch, und dem Kathodenraum ein Oxidator, insbesondere Sauerstoff, zuführbar. In einem Bereitschaftszustand ist der Kathodenraum (14, 114) nicht durchströmbar, und der Oxidator und der Brennstoff sind jeweils in dem Kathodenraum (14, 114) und dem Anodenraum (13, 113) vorhanden. Im Bereitschaftszustand wird das Brennstoffzellensystem bei Betriebstemperatur gehalten. Auf diese Weise kann das Brennstoffzellensystem (11) als Kombination einer unterbrechungsfreien Stromversorgung und eines Notstromaggregats eingesetzt werden.



# LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidtschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Brennstoffzellensystem

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Brennstoffzellensystem sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems, mit einem Anodenraum und einem Kathodenraum, die durch eine protonenleitende Membran voneinander getrennt sind, wobei im Betriebszustand dem Anodenraum ein Brennstoff, und dem Kathodenraum ein Oxidator, insbesondere Sauerstoff, zuführbar ist. Des weiteren betrifft die Erfindung eine Anordnung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung mindestens eines elektrischen Verbrauchers, dessen Energie im Normalfall einem Wechselspannungsnetz und bei Ausfall des Wechselspannungsnetzes einem Brennstoffzellensystem entnehmbar ist sowie ein Verfahren um diese Anordnung zu betreiben.

Aus der deutschen Patentanmeldung P 195 38 381 ist eine Anordnung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung elektrischer Verbraucher bekannt, bei der bei einem Netzausfall eine sogenannte PEM-Brennstoffzelle (Polymer-Elektrolyt-Membran) die Stromversorgung der Verbraucher übernimmt. Zu diesem Zweck wird der Brennstoffzelle ein Brennstoff und ein Oxidator über Zuleitungen zugeführt. In diesen Zuleitungen sind Ventile enthalten, die im Bereitschaftszustand der Brennstoffzelle, also bei intaktem Wechselspannungsnetz, geschlossen sind. Im Bereitschaftszustand der Brennstoffzelle gelangt somit kein Brennstoff und kein Oxidator in die Brennstoffzelle. Bei einem Netzausfall werden die Ventile geöffnet und der Brennstoff sowie der Oxidator werden der Brennstoffzelle zugeführt. Die Brennstoffzelle geht damit in ihren Betriebszustand über. In diesem Betriebszustand reagieren der Brennstoff und der Oxidator in der Brennstoffzelle, wodurch

elektrische Energie erzeugt wird.

Der Übergang von dem Bereitschaftszustand in den Betriebszustand der Brennstoffzelle wird also mit Hilfe von Ventilen durchgeführt. Derartige Ventile, insbesondere elektromagnetisch betätigte Ventile, haben eine Ansprechzeit von mindestens etwa 100 ms. Ein Netzausfall kann somit erst nach einer Ausfallzeit von etwa 100 ms kompensiert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Brennstoffzellensystem sowie ein Verfahren zum Betreiben eines Brennstoffzellensystems sowie eine Anordnung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung zu schaffen, mit dem bzw. mit der eine unter 100 ms liegende Ausfallzeit erreichbar ist.

Diese Aufgabe wird bei einem Brennstoffzellensystem bzw. bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch die Erfindung dadurch gelöst, daß in einem Bereitschaftszustand der Kathodenraum nicht durchströmbar ist und der Oxidator in dem Kathodenraum vorhanden ist. Vorzugsweise steht der Oxidator dabei unter Druck an der Membran an.

Der Oxidator ist somit auch im Bereitschaftszustand, also bei intaktem Wechselspannungsnetz, in dem Kathodenraum vorhanden. Bei Netzausfall ist es also nicht - wie beim Stand der Technik - erforderlich, zuerst ein Ventil zu öffnen, um den Oxidator dem Kathodenraum zuzuführen. Statt dessen ist der Oxidator bereits in dem Kathodenraum vorhanden und das Brennstoffzellensystem kann somit ohne jegliche Verzögerung die Stromversorgung der Verbraucher übernehmen.

Durch die Erfindung wird somit erreicht, daß die Ausfallzeit zwischen dem Ausfall des Wechselspannungsnetzes und der Übernahme durch das Brennstoffzellensystem wesentlich kleiner ist als 100 ms. Das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem

kann deshalb vorzugsweise in einer Anordnung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung von elektrischen Verbrauchern verwendet werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Kathodenraum mit einer Kathodenableitung verbunden, die mit einem Sperrglied, insbesondere einem Magnetventil, versehen ist, das in dem Bereitschaftszustand geschlossen ist. Auf diese Weise kann der Kathodenraum im Bereitschaftszustand zumindest einseitig abgeschlossen werden, so daß der Oxidator einerseits im Kathodenraum vorhanden ist, andererseits aber nicht durch den Kathodenraum hindurch strömen kann. Im Betriebszustand ist das Sperrglied geöffnet, so daß dann der Oxidator durch den Kathodenraum hindurchströmt. Eine permanente Reaktion des Brennstoffs und des Oxidators findet dann statt.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Kathodenraum mit einer ersten Kathodenzuleitung verbunden, die über ein Sperrglied, insbesondere ein Magnetventil, und/oder einen Druckminderer mit mindestens einem mit dem Oxidator gefüllten Tank oder dergleichen verbunden ist. Dies stellt eine besonders einfache und kostengünstige Art dar, den Oxidator während des Bereitschaftszustands zur Verfügung zu stellen.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Kathodenraum mit einer zweiten Kathodenzuleitung verbunden, die über ein Sperrglied, insbesondere ein Magnetventil, mit einem ein Gas, insbesondere Luft, ansaugenden Kompressor oder dergleichen verbunden ist. Auf diese Weise ist es möglich, in dem Betriebszustand den Oxidator insbesondere Sauerstoff nicht mehr aus dem Tank zu entnehmen, sondern in einfacher Weise beispielsweise aus der Luft anzusaugen. Der Oxidator wird also zuerst aus einem Tank dem Kathodenraum zugeführt, um dann bei längerem Betrieb ein

Gas, insbesondere Luft, in den Kathodenraum anzusaugen. Der in dem Tank enthaltene Oxidator wird dadurch im Betriebszustand des Brennstoffzellensystems nicht verbraucht, so daß ein Auffüllen oder ein Wechsel des Tanks nur selten erforderlich ist.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist in dem Bereitschaftszustand der Brennstoff in dem Anodenraum vorhanden. Vorzugsweise steht der Brennstoff unter Druck an der Membran an. Dabei kann der Brennstoff entweder statisch in dem Anodenraum vorhanden sein, z. B. in Form von Wasserstoff aus einem Druckbehälter, oder es ist möglich, daß der Brennstoff, z. B. ein flüssiger Brennstoff, intervallartig oder andauernd durch den Anodenraum hindurchströmt. Wesentlich ist nur, daß der Brennstoff in dem Anodenraum vorhanden ist und an der Membran ansteht. Der Brennstoff ist somit auch im Bereitschaftszustand, also bei intaktem Wechselspannungsnetz, in dem Anodenraum vorhanden. Bei Netzausfall ist es also nicht - wie beim Stand der Technik - erforderlich, zuerst ein Ventil zu öffnen, um den Brennstoff in den Anodenraum zuzuführen. Statt dessen ist der Brennstoff bereits in dem Anodenraum vorhanden und das Brennstoffzellensystem kann somit ohne jegliche Verzögerung die Stromversorgung der Verbraucher übernehmen.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung wird die Brennstoffzelle schon im Bereitschaftszustand im Bereich der optimalen Betriebstemperatur gehalten. Bei 80-100°C ist die Leistung der Brennstoffzelle ungefähr das Doppelte der Leistung bei Raumtemperatur (20-30°C). Dies kann durch Temperieren eines Kreislaufes eines flüssigen Brennstoffes oder durch einen getrennten Temperierkreislauf erfolgen. Die Heizung erfolgt vom Netz aus. Diese Maßnahme verbessert den sofortigen Wirkungsgrad der Stromlieferung bei Netzausfall. Dadurch kann die Zellenzahl (Stack), die für die Investitionskosten maßgebend ist, deutlich verringert werden.



Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird somit ein Brennstoffzellensystem bereit gestellt, bei dem im Bereitschaftszustand, also bei intaktem Wechselspannungsnetz, der zumindest einseitig abgeschlossene Kathodenraum mit dem Oxidator gefüllt wird damit der Oxidator in dem Kathodenraum vorhanden ist, und der Anodenraum mit dem Brennstoff gefüllt wird damit der Brennstoff in dem Anodenraum vorhanden ist. Dies hat zur Folge, daß das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem bereits im Bereitschaftszustand eine Ruhe-Spannung erzeugt.

Aufgrund des nicht-durchströmbaren Kathodenraums würde in diesem Zustand das Brennstoffzellensystem bei einer angeschlossenen Last, also beispielsweise nach einem Netzausfall, jedoch nur kurzzeitig einen Strom liefern können. Dies wird dadurch vermieden, daß für einen Übergang von dem Bereitschaftszustand in den Betriebszustand des Sperrglieds des Kathodenraums geöffnet wird. Der Kathodenraum ist somit nicht mehr abgeschlossen und der Oxidator kann nunmehr durch den Kathodenraum hindurchströmen. Es kann somit fortwährend die elektrochemische Reaktion in der Brennstoffzelle stattfinden, so daß auch fortwährend ein Strom erzeugt wird. In diesem Betriebszustand kann dann das Brennstoffzellensystem das ausgefallene Wechselspannungsnetz ersetzen. Eine  $H_2/O_2$  Zelle von ca. 1500 l liefert bei 80°C eine Leistung von 250 kW während mehreren Stunden, bei geringem, unter 2 bar, Schallpegel und praktisch ohne Schadstoffemission.

Der für das Öffnen des Sperrglieds erforderliche Zeitraum beträgt bei elektromagnetisch betätigten Ventilen, wie bereits erläutert, etwa 100 ms. Die genannte Ansprechzeit von etwa 100 ms stellt deshalb bei der Erfindung kein Problem dar, weil in diesem Zeitraum, wie gesagt, eine ausreichende Reaktion bereits stattfinden kann, während beim Stand der

Technik während des Öffnens der Ventile systembedingt gar keine Reaktion vorhanden sein kann. Die erfindungsgemäße Anordnung liefert Strom innerhalb 10 ms.

Durch den auf den Kathodenraum und den Anodenraum ausgeübten Druck, der vorzugsweise etwa gleich groß ist und beispielsweise etwa 2 bar beträgt, wird erreicht, daß keine transmembrane Druckdifferenz vorhanden ist und somit keine Schäden an der Membran auftreten können.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der Anodenraum zur Zuführung eines flüssigen Brennstoffs, z.B. Methanol, mit einem Anodenkreislauf verbunden. Besonders zweckmäßig ist es, wenn dieser Anodenkreislauf mit einer Pumpe und einer Heizung versehen ist. Damit ist es auf einfache Weise möglich, daß der Brennstoff durch den Anodenraum hindurchströmt. Des weiteren kann die Brennstoffzelle im Bereitschaftszustand auf einfache Weise auf einer gewünschten Temperatur gehalten werden.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung steht der Anodenkreislauf unter einem Druck. Der Brennstoff wird also unter einem permanenten Druck an der Membran anstehend erzeugt. Dadurch wird die Reaktion des Brennstoffs und des Oxidators verbessert, mit der Folge, daß das erfindungsgemäße Brennstoffzellensystem besonders schnell von dem Bereitschaftszustand in den Betriebszustand übergehen kann. Des weiteren wird bei Methanolbrennstoff durch den auf den Anodenkreislauf ausgeübten Druck erreicht, daß Methanolverluste aufgrund eines Kohlendioxidaustrags wesentlich reduziert werden.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind der Anodenraum und der Kathodenraum in einem gasdichten und gegebenenfalls zusätzlich wärmedichten Gehäuse untergebracht. Auf diese Weise wird erreicht, daß die Temperatur des

Brennstoffs in dem Anodenkreislauf nur wenig äußeren Einflüssen ausgesetzt ist und sich deshalb insbesondere im Bereitschaftszustand nur geringfügig verringert. Besonders zweckmäßig ist es, wenn das Gehäuse unter einem Druck steht, insbesondere unter einem Stickstoffdruck. Damit werden Leckagen des Anodenraums und/oder des Kathodenraums weitgehend unterdrückt. Des weiteren wird durch den Stickstoffdruck ein Sieden eines flüssigen Brennstoffs, insbesondere ein Sieden eines Methanol/Wasser-Gemischs im Anodenkreislauf vermieden.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Anordnung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung mindestens eines elektrischen Verbrauchers;

Figur 2 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems zur Verwendung in der Anordnung nach der Figur 1;

Figur 3 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelle zur Verwendung in der Anordnung nach der Figur 1;

Figur 4 zeigt ein schematisches Blockschaltbild der Gaszufuhr der in Figur 3 gezeigten Brennstoffzelle.

In der Figur 1 ist eine Anordnung 1 zur unterbrechungsfreien Stromversorgung mindestens eines elektrischen Verbrauchers dargestellt. Eine derartige Anordnung kann beispielsweise als sogenannte unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) in einem Rechenzentrum oder dergleichen vorgesehen sein. Die Verbraucher, also beispielsweise die in dem Rechenzentrum vorhandenen elektrischen Geräte, sind im Normalfall an ein Wechselspannungsnetz angeschlossen. Bei dessen Ausfall übernimmt dann die Anordnung 1 die Stromversorgung der Verbraucher. Üblicherweise wird von der Anordnung 1 dabei verlangt, daß eine Übernahme der Stromversorgung innerhalb weniger Millisekunden möglich ist.

In der Figur 1 sind eine Mehrzahl von elektrischen Verbrauchern 2 durch Widerstandssymbole dargestellt. Die Verbraucher 2 sind über einen gemeinsamen Bypass-Schalter 3 an einen schnell schaltenden Schalter 4 angeschlossen. Der Bypass-Schalter 3 kann von Hand betätigbar sein. Bei dem Schalter 4 kann es sich um ein kontaktloses Schaltelement, beispielsweise um antiparallel geschaltete Thyristoren oder dergleichen handeln.

Der Eingang des Schalters 4 ist über eine Drossel 5 mit einem Wechselspannungsnetz 6 verbunden. Des weiteren sind ein erster und gegebenenfalls weitere Wechselrichter 7 vorgesehen, die zueinander parallel geschaltet sind, und die mit dem verbraucherseitigen Ausgang des Schalters 4 verbunden sind.

Zwischen das Wechselspannungsnetz 6 und den Wechselrichter 7 ist ein Hilfsgleichrichter 8 geschaltet, der die Leerlaufverluste des Wechselrichters 7 abdeckt. Des weiteren speist der Hilfsgleichrichter 8 ein Steuergerät 9, das mit

dem Steuereingang des Schalters 4 verbunden ist.

Die Eingangsgleichrichter der Wechselrichter 7 sind mit einer gegen Masse geschalteten Kapazität 10 sowie einem Brennstoffzellensystem 11 verbunden, letzteres über eine elektrische Leitung 12.

Im Normalbetrieb des Wechselspannungsnetzes 6 fließt ein Strom über die geschlossenen Schalter 4 und 3 zu den Verbrauchern 2. Tritt nun im Wechselspannungsnetz 6 ein Netzausfall auf, so wird dies von dem Steuergerät 9 erkannt. Das Steuergerät 9 schaltet den Schalter 4 in seinen geöffneten Zustand. Die Stromversorgung der Verbraucher 2 wird nunmehr von dem Brennstoffzellensystem 11 über die Wechselrichter 7 übernommen. Dabei dient die Kapazität 10 zur Überbrückung des Umschaltvorgangs von dem Wechselspannungsnetz 6 zu dem Brennstoffzellensystem 11 sowie zur Glättung der von dem Brennstoffzellensystem 11 erzeugten Spannung.

In der Figur 2 ist ein erstes Ausführungsbeispiel des Brennstoffzellensystems 11 detailliert dargestellt. Es weist einen Anodenraum 13 und einen Kathodenraum 14 auf, die von einer protonenleitenden Membran 15 getrennt sind. Der Anodenraum 13, der Kathodenraum 14 und die Membran 15 bilden eine sogenannte Direktmethanol-Brennstoffzelle (DMFC), in der mittels eines elektrochemischen Prozesses elektrische Energie erzeugbar ist. Diese ist auf der elektrischen Leitung 12 in der Form einer elektrischen Spannung bzw. eines elektrischen Stroms abgreifbar.

Der Anodenraum 13 ist mit einem Anodenkreislauf 16 verbunden, der ausgehend von einer Anodenableitung 17 über einen Kühler 18, einen zweikammrigen Abscheider 19, eine Heizung 20, ein Thermostatventil 21 und eine Kühlmittelpumpe 22 mit einer Anodenzuleitung 23 verbunden ist. Ein weiterer Abscheider 24

ist einerseits an die Anodenableitung 17 angeschlossen sowie andererseits an das Thermostatventil 21. Über eine Dosierpumpe 25 ist ein Tank 26 an den Anodenkreislauf 16 angeschlossen, und zwar vor der Kühlmittelpumpe 22.

Der Kathodenraum 14 ist über eine Kathodenableitung 27 mit einem Magnetventil 28 verbunden, das ausgangsseitig an einen katalytischen Brenner 29 angeschlossen ist. Des weiteren ist der Kathodenraum 14 über eine Kathodenzuleitung 30 sowie über einen Druckminderer 31 und ein Magnetventil 32 an einen Tank 33 angeschlossen. Die Kathodenzuleitung 30 ist ebenfalls mit einem Magnetventil 34 verbunden, das über ein Bypass-Magnetventil 35 mit der dem Magnetventil 28 abgewandten Seite des katalytischen Brenners 29 angeschlossen ist.

Die beiden Seiten des Bypass-Magnetventils 35 sind mit den Ausgängen einer von einem Motor 36 angetriebenen Kompressor-Expander-Einheit 37 verbunden. Einer der Eingänge der Einheit 37 saugt Luft über ein Filter 38 an. Der andere Eingang der Einheit 37 ist über einen Kühler 39, einen Ablauf 40 und eine Pumpe 41 an den Abscheider 19 des Anodenkreislaufs 16 angeschlossen. Dieser Abscheider 19 ist des weiteren über ein Magnetventil 42 an den katalytischen Brenner 29 angeschlossen.

Der Anodenraum 13, der Kathodenraum 14, die Membran 15, der Anodenkreislauf 16 mit der Anodenableitung 17, dem Kühler 18, dem Abscheider 19, der Heizung 20, dem Thermostatventil 21, der Kühlmittelpumpe 22, der Anodenzuleitung 23 und dem Abscheider 24, sowie die Kathodenableitung 27, das Magnetventil 28, die Kathodenzuleitung 30 und das Magnetventil 34 sind in einem Gehäuse 43 untergebracht. Das Gehäuse 43 ist gasdicht, druckfest und wärmeisolierend ausgeführt. Über einen Druckminderer 44 ist das Gehäuse 43 mit einem Tank 45 verbunden. Des weiteren ist der Tank 45 über den Druckminderer 44 an den Abscheider 19 des

Anodenkreislaufs 16 angeschlossen.

In dem Tank 33 ist Sauerstoff vorhanden, der als Oxidator vorgesehen ist. Der Tank 26 enthält Methanol, das als Brennstoff vorgesehen ist. In dem Tank 45 ist Stickstoff enthalten, der als Druckmittel vorgesehen ist. Des weiteren ist in dem Anodenkreislauf 16 Wasser als Kühlmittel vorgesehen.

Bei intaktem Wechselspannungsnetz 6 befindet sich das Brennstoffzellensystem 11 in einem Bereitschaftszustand, in dem das Magnetventil 28 geschlossen ist. Des weiteren sind die Magnetventile 34 und 42 sowie das Bypass-Ventil 35 geschlossen. Das Magnetventil 32 ist geöffnet.

Aufgrund der geschlossenen Magnetventile 28 und 34 und des geöffneten Magnetventils 32 wird der Kathodenraum 14 mit Sauerstoff aus dem Tank 33 gefüllt. Der Sauerstoff ist danach in dem Kathodenraum 14 vorhanden und steht mit einem Druck an der Membran 15 an. Der Druck ist mittels des Druckminderers 31 auf einen erwünschten Wert, beispielsweise auf 2 bar einstellbar. Der Sauerstoff kann jedoch aufgrund des geschlossenen Magnetventils 28 nicht durch den Kathodenraum 14 hindurchströmen.

In dem Anodenraum 13 und in dem Anodenkreislauf 16 ist ein Methanol/Wasser-Gemisch vorhanden. Die Temperatur des Methanol/Wasser-Gemischs beträgt etwa 110 Grad. Die Kühlmittelpumpe 22, die Dosierpumpe 25 sowie die Pumpe 41 sind ausgeschaltet. Die Heizung 20 und die Kompressor-Expander-Einheit 37 sind ebenfalls ausgeschaltet.

Sinkt die Temperatur des Methanol/Wasser-Gemischs mit der Zeit ab und fällt unter eine Temperatur von beispielsweise etwa 100 Grad, so wird die Heizung 20 und die Kühlmittelpumpe 22 eingeschaltet. Das Methanol/Wasser-Gemisch wird dadurch im

Anodenkreislauf 16 umgepumpt und erwärmt.

Die in dem Bereitschaftszustand eingeschalteten elektrischen Bauteile des Brennstoffzellensystems 11 werden dabei aus dem Wechselspannungsnetz 6 mit elektrischer Energie versorgt.

Der Druck des Stickstoffs aus dem Tank 45 wird über den Abscheider 19 des Anodenkreislaufs 16 in den Anodenraum 13 übertragen. Dieser Druck ist dabei über den Druckminderer 44 auf einen erwünschten Wert, beispielsweise auf 2 bar einstellbar. Das Methanol/Wasser-Gemisch steht damit unter diesem Druck an der Membran 15 an.

Die Membran 15 ist protonenleitend. Das im Anodenraum 13 vorhandene Methanol/Wasser-Gemisch wird unter Abgabe von Wasserstoffprotonen und Elektronen in Kohlendioxid umgewandelt. Die Wasserstoffprotonen gelangen durch die Membran 15 hindurch und reagieren mit dem in dem Kathodenraum 14 vorhandenen Sauerstoff zu Wasser. Durch die bei dieser chemischen Reaktion gebildeten Elektronen entsteht die bereits erwähnte elektrische Spannung bzw. der elektrische Strom auf der elektrischen Leitung 12.

Im Bereitschaftszustand des Brennstoffzellensystems 11 ist der Kathodenraum 14, wie erläutert, zumindest einseitig abgeschlossen, so daß der Sauerstoff in dem Kathodenraum 14 wohl vorhanden ist, jedoch diesen nicht durchströmen kann. Dies hat zur Folge, daß die genannte chemische Reaktion im Umfang des vorhandenen Sauerstoffs stattfindet, dann jedoch zum Stillstand kommt. Auf diese Weise entsteht eine elektrische Spannung auf der Leitung 12.

In den Figuren 3 und 4 ist ein zweites Ausführungsbeispiel des Brennstoffzellensystems detailliert dargestellt. Das Brennstoffzellensystem 111 weist einen Anodenraum 113 und einen Kathodenraum 114, die von einer protonenleitenden



Membran 115 getrennt sind, und einen Temperierkreislauf auf. Der Anodenraum 113, der Kathodenraum 114 und die Membran 115 bilden eine Wasserstoffbrennstoffzelle (PEMFC), in der mittels eines elektrochemischen Prozesses elektrische Energie erzeugbar ist. Diese ist auf der elektrischen Leitung 112 in der Form einer elektrischen Spannung bzw. eines elektrischen Stroms abgreifbar.

Der Anodenraum 113 ist über eine Anodenableitung 117 mit einem Sperrglied, einem Magnetventil 142 verbunden. Stromabwärts des Sperrgliedes 142 befindet sich ein Abscheider 119 mit einem Ablauf für Wasser und einem Ausgang für Gase, der über ein Ventil 148 ins Äußere mündet. Der Anodenraum 113 ist ebenfalls mit einem Anodenkreislauf 116 verbunden, der, ausgehend von der Anodenableitung 117, über ein Magnetventil 124 und eine Strahlpumpe 125 mit einer Anodenzuleitung 123 verbunden ist. Des Weiteren ist die Anodenzuleitung 123 über wenigstens einen Druckminderer 147 an einen Wasserstofftank 126 angeschlossen. Als Wasserstofftank können sowohl eine Druckflasche als ein Metallhydridspeicher verwendet werden.

Der Kathodenraum 114 ist über eine Kathodenableitung 127 mit einem Sperrglied, einem Magnetventil 128 verbunden. Stromabwärts des Sperrgliedes 128 befindet sich ein Abscheider 140 mit einem Ablauf für Wasser und einem Ausgang für Gase, der über ein Ventil 141 ins Äußere mündet. Zwischen dem Kathodenraumausgang und dem Magnetventil 128 ist die Kathodenableitung 127 durch einen Kathodenkreislauf 135 über ein Magnetventil 129 und eine Strahlpumpe 139 mit einer Kathodenzuleitung 130 verbunden. Des Weiteren ist der Kathodenraum 114 über die Kathodenzuleitung 130 sowie über einen Druckminderer 131 und ein Magnetventil 132 an einen Sauerstofftank 133 angeschlossen. Die Kathodenzuleitung 130 ist ebenfalls mit einer Kompressoreinheit 137 verbunden. Einer der Eingänge der Einheit 137 saugt Luft über einen

Filter 138 an.

Die Brennstoffzelle ist ebenfalls mit einem Temperierkreislauf ausgerüstet. Das Kühlwasser wird durch eine Umwälzpumpe 122 über eine Heizung 120 und einen Kühler 118 umgewälzt. Ein Dreiwegthermostatventil 121 erlaubt einen Bypass des Kühlers 118 und der Heizung 120, wenn die Temperatur der Zelle im Sollbereich, 80 bis 90 ° C liegt. Wenn die Temperatur unter 70 ° sinkt, schaltet das Thermostatventil 121 den Kreislauf über die eingeschaltete Heizung, welche im Bereitschaftszustand vom Netz gespeist wird.

Der Anodenraum 113, der Kathodenraum 114, die Membran 115, der Anodenkreislauf 116, der Kathodenkreislauf 135, der Temperierkreislauf mit dem Kühler 118, der Heizung 120 und der Umwälzpumpe 122, die Abscheider 119 und 141 sowie die Zu- und Ableitungen dieser Teile sind in einem Gehäuse 143 untergebracht. Das Gehäuse 143 ist gasdicht, druckfest und wärmeisolierend ausgeführt. Über eine Zuleitung 134 und einen Druckminderer 144 ist das Gehäuse 143 mit einem Tank 145 verbunden. In dem Tank 145 ist Stickstoff enthalten, der als Druckmittel vorgesehen ist.

Bei intaktem Wechselspannungsnetz 6 befindet sich das Brennstoffzellensystem 111 in einem Bereitschaftszustand, in dem die Magnetventile 128 und 142 geschlossen sind. Des Weiteren sind die Magnetventile 124 und 129 geschlossen. Das Magnetventil 132 ist geöffnet. Aufgrund des geschlossenen Magnetventils 128 und des geöffneten Magnetventils 132 wird der Kathodenraum 114 mit Sauerstoff aus dem Tank 133 gefüllt. Der Sauerstoff steht mit einem Druck an der Membran 115 an. Der Druck kann mittels des Druckminderers 131 auf einen erwünschten Wert, beispielsweise auf 2 bar einstellbar sein. Der Sauerstoff kann jedoch aufgrund der geschlossenen Magnetventile 128 und 129 nicht durch den Kathodenraum 114

hindurchströmen. Aufgrund des geschlossenen Magnetventils 142 wird der Anodenraum 113 mit Wasserstoff aus dem Tank 126 gefüllt. Der Wasserstoff steht unter Druck an der Membran 115 an. Der Druck kann mittels des Druckminderers 147 auf einen gewünschten Wert, beispielsweise denselben Druck wie der des Kathodenraumes, einstellbar sein. Der Wasserstoff kann aufgrund der geschlossenen Magnetventile 142 und 124 nicht durch den Anodenraum hindurchströmen. Der im Innenraum 149 des Gehäuses 143 herrschende Stickstoffdruck kann ebenfalls über den Druckminderer 144 einstellbar sein. Über einen Ablass 146 und einen (nicht gezeigten) Brenner kann der Stickstoff ins Freie abgelassen werden. Eine unter Druck stehende Brennstoffzelle (2 bis 4 bar) ohne Stickstoffgegendruck im Innenraum 149 hätte Leckageverluste von etwa 1 bis 2 mbar pro Minute. Demnach würde sich nach einiger Zeit ein Knallgasgemisch  $H_2 + O_2$  innerhalb des Gehäuses bilden. Dies wird durch die Bedruckung des Gehäuses mit  $N_2$  vermieden. Da trotz  $N_2$ -Überdruck eine geringe  $H_2$ -Diffusion nicht ganz zu vermeiden ist, erfolgt eine langsame  $N_2$ -Spülung des Gehäuses 143 über den Auslass 146 und den Brenner.

Eine Möglichkeit für eine Regelung der Gasdrücke und Ströme ist in Fig. 4 gezeigt: Die drei Druckverminderer 131, 144 und 147 werden auf eine konstante Zwischendruckstufe eingestellt, die z. B. den Druck von 200 bar in den Flaschen auf 6 bar verringert. Die Feineinstellung erfolgt jeweils über drei nachgeschaltete PIC-Ventile (PIC = pressure indicated control) 150, 151, 152. Bei Stromunterbrechung im Netz und  $H_2 + O_2$  Verbrauch stehen diese drei Ventile bis zu einem vorgegebenen Wert des Druckes offen. Im Bereitschaftszustand sind sie geschlossen, und die Gase stehen mit dem vorgegebenen Druck an der Membran 115 an. In den  $H_2$ - und  $O_2$ -Zuleitungen sind den Ventilen 150 und 151 jeweils zwei FIC-Ventile (FIC = flow indicated control) 153 und 154 für die Massenstromregelung vorgeschaltet.

Die Membran 115 ist protonenleitend. Das im Anodenraum 113 vorhandene  $H_2$  ist fähig, Wasserstoffprotonen und Elektronen abzugeben. Die Wasserstoffprotonen gelangen durch die Membran 115 hindurch und reagieren mit dem in dem Kathodenraum 114 vorhandenen Sauerstoff zu Wasser. Durch die bei dieser chemischen Reaktion gebildeten Elektronen entsteht die bereits erwähnte elektrische Spannung auf der elektrischen Leitung 112.

Die Umwälzpumpe 122, die Heizung 120 und die Kühlereinheit 118 sind nach Bedarf im Bereitschaftszustand automatisch ausgeschaltet oder eingeschaltet. Sinkt die Temperatur der Zelle mit der Zeit ab und fällt unter eine Temperatur von beispielsweise etwa  $70^\circ C$ , so wird die Heizung 120 eingeschaltet. Das Wasser wird im Temperierkreislauf umgepumpt und erwärmt. Die in dem Bereitschaftszustand eingeschalteten Bauteile des Brennstoffzellensystems 111 werden dabei aus dem Wechselspannungsnetz 6 mit elektrischer Energie versorgt.

Von dem Bereitschaftszustand ausgehend, wird nun die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystems bei Stromausfall, anhand der zwei beispielhaften Ausführungen 11 bzw. 111 beschrieben.

Würde das Brennstoffzellensystem 11 oder das System 111 in dem beschriebenen Bereitschaftszustand mit einer elektrischen Last, beispielsweise von den Verbrauchern 2 beaufschlagt werden, so hätte dies zur Folge, daß die genannte Spannung aufgrund des abgeschlossenen Kathodenraums 14 oder 114 und der damit begrenzten Menge an vorhandenem Sauerstoff relativ schnell absinken würde. Der von dem Brennstoffzellensystem lieferbare Strom wäre ebenfalls relativ gering. Der Spannungs-, wie auch der Stromverlauf wäre dabei von dem Volumen des Anodenraum 13 bzw. 113 und des Kathodenraums 14 bzw. 114 abhängig, also von der Anzahl der vorhandenen

Stacks.

Wird nun ein Ausfall des Wechselspannungsnetzes 6 von dem Steuergerät 9 erkannt, so wird erfindungsgemäß das Magnetventil 28 bzw. 128 geöffnet. Damit geht das Brennstoffzellensystem 11 bzw. 111 in seinen Betriebszustand über. Dies hat zur Folge, daß der Kathodenraum 14 bzw. 114 nicht mehr abgeschlossen ist, und daß der Sauerstoff durch den Kathodenraum 14, 114 hindurchströmen kann. Es kann damit eine permanente chemische Reaktion in dem Brennstoffzellensystem 11, 111 stattfinden. Es reagiert also fortwährend im System 11 das Methanol/Wasser-Gemisch in dem Anodenraum 13 unter Abgabe von Wasserstoffprotonen und Elektronen zu Kohlendioxid, und es reagieren die durch die Membran 15 bzw. 115 hindurchgetretenen Wasserstoffprotonen mit dem Sauerstoff in dem Kathodenraum 14 bzw. 114 zu Wasser. Durch die permanent erzeugten Elektronen wird fortwährend eine Spannung bzw. ein Strom auf der Leitung 12 bzw. 112 zur Verfügung gestellt.

Diese elektrische Spannung auf der Leitung 12 bzw. 112 wird über die Kapazität 10 gepuffert und über die Wechselrichter 7 an die elektrischen Verbraucher 2 weitergegeben, die somit nunmehr von dem Brennstoffzellensystem 11 bzw. 111 mit Strom versorgt werden. In diesem Betriebszustand des Brennstoffzellensystems ersetzt somit das Brennstoffzellensystem die Energieversorgung der Verbraucher 2 aus dem Wechselspannungsnetz 6.

In dem Brennstoffzellensystem 11 werden bei dem Übergang von dem Bereitschaftszustand in den Betriebszustand zusätzlich zu dem bereits erwähnten Magnetventil 28 auch das Bypass-Magnetventil 35 und das Magnetventil 42 geöffnet. Des weiteren wird der Motor 36 und damit die Kompressor-Expander-Einheit 37, die Pumpe 41 und die Kühlmittelpumpe 22 eingeschaltet sowie die Heizung 20 ausgeschaltet.

In dem Betriebszustand wird durch die permanent ablaufende chemische Reaktion Wärme erzeugt. So verläßt das Methanol/Wasser-Gemisch den Anodenraum 13 mit einer Temperatur von etwa 110 Grad und wird danach von dem Kühler 18 auf eine Temperatur von etwa 40 Grad abgekühlt. In dem nachfolgenden Abscheider 19 wird gasförmiges Kohlendioxid ausgeschieden und über das geöffnete Magnetventil 42 dem katalytischen Brenner 29 zugeführt. Dort wird das abgeschiedene Kohlendioxid zusammen mit gegebenenfalls ebenfalls abgeschiedenem restlichen Methanol verbrannt. Die entstehenden Abgase werden von der eingeschalteten Kompressor-Expander-Einheit 37 entspannt und mit Hilfe des Kühlers 39 wird das Wasser wieder zurückgewonnen. Dieses Wasser kann über die eingeschaltete Pumpe 41 dem Abscheider 19 des Anodenkreislaufs 16 zugeführt werden. Das in dem Abscheider 19 vorhandene abgekühlte Methanol/Wasser-Gemisch gelangt nunmehr über das Thermostatventil 21 wieder zum Anodenraum 13. Dabei wird das Methanol/Wasser-Gemisch über den Abscheider 24 und in Abhängigkeit von dem Thermostatventil 21 mit gerade soviel heißem Methanol/Wasser-Gemisch vermischt, daß insgesamt ein Gemisch von etwa 90 Grad bis etwa 110 Grad entsteht, das dann in der Anodenzuleitung 23 vorhanden ist. Überschüssiges heißes Methanol/Wasser-Gemisch gelangt aus dem Abscheider 24 zu dem Kühler 18. Des weiteren ist in dem Betriebszustand des Brennstoffzellensystems 11 die Dosierpumpe 25 eingeschaltet, so daß neues Methanol dem Anodenkreislauf 16 hinzugefügt wird.

In einem ersten kurzen Zeitraum von etwa 2 sec bis etwa 20 sec, z. B. 4 - 5 sec, nach dem Übergang des Brennstoffzellensystems 11 von dem Bereitschaftszustand in den Betriebszustand wird dem Kathodenraum 14 der Sauerstoff aus dem Tank 33 zugeführt. In diesem Zeitraum läuft die mit dem Übergang eingeschaltete Kompressor-Expander-Einheit 37 hoch und erreicht ihre Betriebsdrehzahl. Während dieses

Hochlaufens wird die von dem Kompressorteil der Kompressor-Expander-Einheit 37 über den Filter 38 angesaugte Luft über das geöffnete Bypass-Magnetventil 35 weitergegeben. Nach dem Hochlaufen, also nach Ablauf des genannten Zeitraums, wird das Magnetventil 34 geöffnet und das Bypass-Magnetventil 35 wieder geschlossen. Damit wird die von dem Kompressorteil der Kompressor-Expander-Einheit 37 angesaugte Luft dem Kathodenraum 14 zugeführt. Der Kathodenraum 14 erhält somit über die angesaugte Luft den für die chemische Reaktion erforderlichen Sauerstoff. Das Magnetventil 32 wird danach in einen geschlossenen Zustand überführt, so daß kein weiterer Sauerstoff von dem Tank 33 mehr zu dem Kathodenraum 14 strömen kann.

In dem Brennstoffzellensystem 111 werden bei dem Übergang von dem Bereitschaftszustand in den Betriebszustand zusätzlich zu dem Magnetventil 128 die Magnetventile 129, 142 und 124 geöffnet. Die Magnetventile 141 und 148 sind im Betriebszustand vorerst geschlossen.

Durch die Gasrückführung über den Anodenkreislauf 116 und den Kathodenkreislauf 117 werden trocken gesättigte Abgase mit trockenem Drucksauerstoff bzw. Wasserstoff vermischt. Eine zusätzliche Befeuchtung ist also nicht unbedingt notwendig. Der Druckverlust infolge der Rückführung der Gase wird mithilfe der Strahlpumpen 125 und 139 ausgeglichen.

Im Betriebszustand wird durch die elektrochemische Reaktion genügend Wärme erzeugt, so dass die Heizung 120 nicht gebraucht wird. Bei Übertemperatur kann, durch Anlaufen der Umwälzpumpe, mittels des Kühlers 118 die Kühlwassertemperatur auf etwa 80 ° C gefahren werden. Das durch die elektrochemische Reaktion gebildete H<sub>2</sub>O wird in den Abscheidern 119 und 140 abgeschieden. Es kann über ein Ventil 155 den Temperierkreislauf speisen oder (Leitung nicht gezeigt) einem Luftbefeuchter 155 in der Zuleitung 130

zugeführt werden.

Für Stromunterbrechungen von mehr als 18 s - 20 s wird vom Sauerstoffbetrieb auf den Luftbetrieb gewechselt. Der Kompressor 137 läuft hoch und saugt über den Filter 138 Luft an. Nach dem Luftdruckanstieg öffnen sich das Magnetventil 136 und das Ventil 141, während das Magnetventil 132 sowie das Magnetventil 129 des Kathodenkreislaufes geschlossen werden. Das Ventil 148 kann von Zeit zu Zeit zweck Entgasung (Purge) geöffnet werden. Die Luft kann zusätzlich über den Befeuchter 155 befeuchtet werden. Die Massenstromregelung des  $H_2$ -Stroms und anfänglichen  $O_2$ - und späteren Luftstroms erfolgt mit den im Betriebszustand offenen PIC- und FIC-Ventilen 150, 151, 152, 153, 154.

Die in dem Betriebszustand eingeschalteten elektrischen Bauteile der Brennstoffzellensysteme 11 und 111 werden dabei aus dem Brennstoffzellensystem selbst mit elektrischer Energie versorgt.

Das Brennstoffzellensystem stellt somit in seinem Betriebszustand nach einem Ausfall des Wechselspannungsnetzes 6 mittels des aus dem Tank 33 oder 133 gelieferten Sauerstoffs eine unterbrechungsfreie Stromversorgung der Verbraucher 2 sicher. Nach einem Umschalten auf den Kompressor 37 bzw. 137 und einem Abschalten des Tanks 33 bzw. 133 stellt das Brennstoffzellensystem 11 bzw. 111 eine Netzersatzanlage dar, die im wesentlichen nur noch Methanol bzw.  $H_2$  verbraucht. Der Sauerstoff im Tank 33, 133 und der Stickstoff im Tank 45, 145 werden nur geringfügig oder gar nicht mehr verbraucht.

Im Bereitschaftszustand ist der Verbrauch von Sauerstoff, Stickstoff und  $H_2$  oder Methanol durch das Brennstoffzellensystem nahezu Null. Es wird nur in gewissen zeitlichen Abständen elektrische Energie für die Heizung 20,



120 und die Kühlmittelpumpe 22 bzw. 122 verbraucht.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

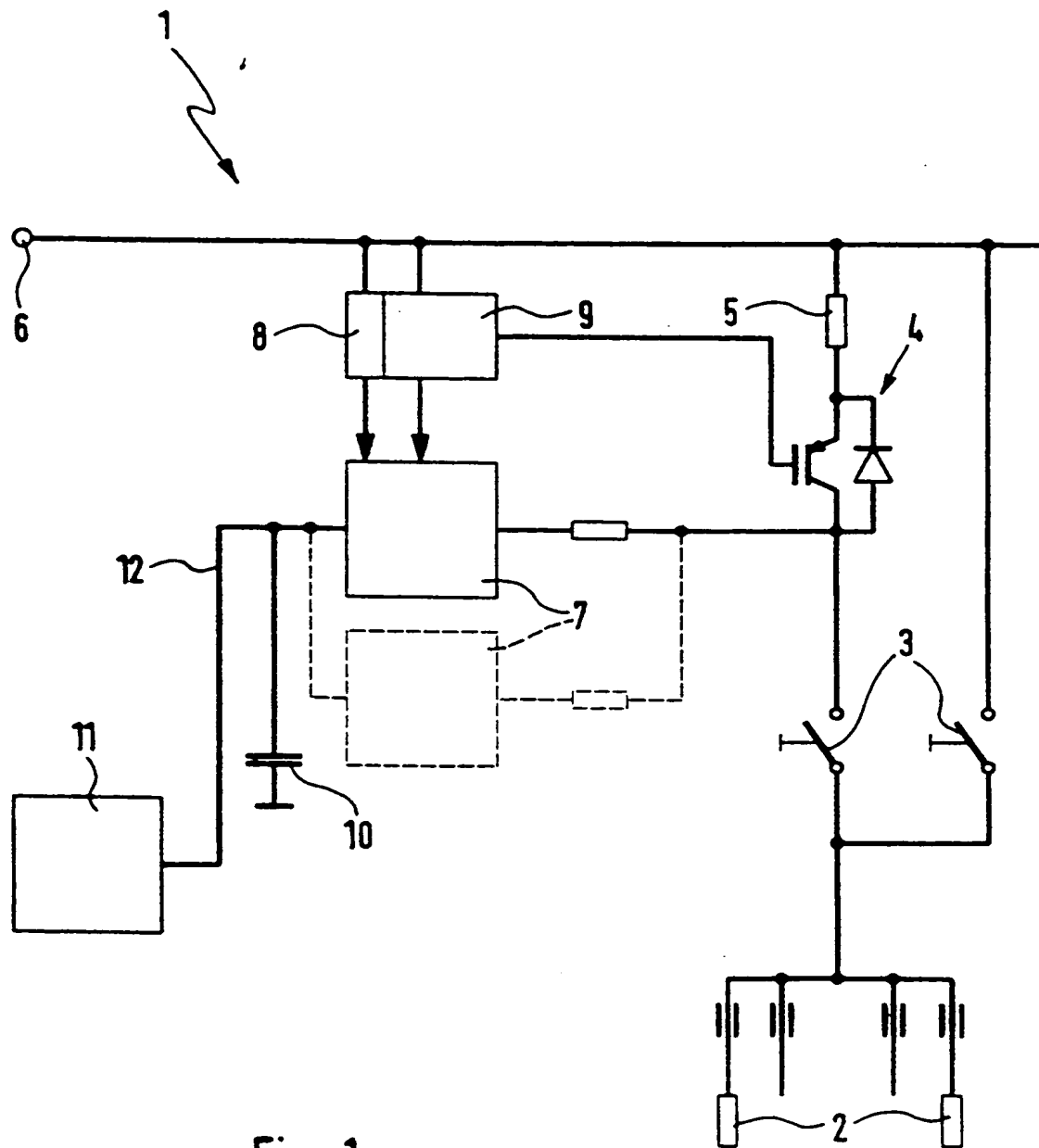
1. Brennstoffzellensystem (11, 111) mit einem Anodenraum (13, 113) und einem Kathodenraum (14, 114), die durch eine protonenleitende Membran (15, 115) voneinander getrennt sind, wobei im Betriebszustand dem Anodenraum (13, 113) ein Brennstoff, und dem Kathodenraum (14, 114) ein Oxidator zuführbar ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** in einem Bereitschaftszustand der Kathodenraum (14, 114) nicht durchströmbar ist und der Oxidator in dem Kathodenraum (14, 114) vorhanden ist.
2. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Oxidator ganz oder teilweise aus gasförmigem Sauerstoff ( $O_2$ , L) besteht und unter Druck an der Membran (15, 115) ansteht.
3. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Kathodenraum (14, 114) mit einer Kathodenableitung (27, 127) verbunden ist, die mit einem Kathodenableitung-Sperrglied, insbesondere einem Magnetventil (28, 128), versehen ist, das in dem Bereitschaftszustand geschlossen ist.
4. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kathodenraum (14, 114) mit einer Kathodenzuleitung verbunden ist, die über ein erstes Sperrglied, insbesondere ein erstes Magnetventil (32, 132) und/oder einen Druckminderer (31, 131), mit mindestens einem mit dem Oxidator gefüllten Tank (33, 133) verbunden ist, wobei im Bereitschaftszustand das genannte erste Sperrglied (32, 132) offen ist.
5. Brennstoffzellensystem nach Anspruche 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kathodenraum über die Kathodenzuleitung und ein zweites Sperrglied,

insbesondere ein Magnetventil (34, 136), mit einem ein Gas, insbesondere Luft (L), ansaugenden Kompressor (37, 137) oder dergleichen verbunden ist.

6. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Bereitschaftszustand der Brennstoff in dem Anodenraum (13, 113) vorhanden ist.
7. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoff unter Druck an der Membran (15, 115) ansteht.
8. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Anodenraum mit einem Anodenkreislauf (16, 116) verbunden ist.
9. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstoff aus einem Wasser/Methanol-Gemisch besteht und dass der Anodenkreislauf (16) mit Temperiermitteln, insbesondere mit einer Pumpe (22) und einer Heizung (20) versehen ist.
10. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Anodenkreislauf (16) unter dem Druck eines inerten Gases steht, insbesondere unter einem Stickstoffdruck.
11. Brennstoffzellensystem nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennstoff Wasserstoff ist und dass der Anodenraum mit einer Anodenableitung 117 verbunden ist, die mit einem Anodenableitungsperrglied, insbesondere einem Magnetventil (142), versehen ist, das im Bereitschaftszustand geschlossen ist.

12. Brennstoffzellensystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Anodenkreislauf (116) und der Kathodenkreislauf über Strahlpumpen (125, 139) und Sperrglieder, insbesondere Magnetventile (124, 129), jeweils mit der Anodenzuleitung 123 und der Kathodenzuleitung 130 verbunden sind.
13. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Brennstoffzelle in einem gasdichten und gegebenenfalls wärmedichten Gehäuse untergebracht ist, wobei das Gehäuse mit einem Druckbehälter (45, 145) eines Gases, insbesondere Stickstoff, in Verbindung steht.
14. Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Brennstoffzellensystem (11, 111) mit einem Temperierkreislauf (16, 118, 120, 121, 122) ausgestattet ist.
15. Anordnung zur unterbrechungsfreien Stromversorgung mindestens eines elektrischen Verbrauchers, dessen Energie im Normalfall einem Wechselspannungsnetz und bei Ausfall des Wechselspannungsnetzes einem Brennstoffzellensystem entnehmbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Brennstoffzellensystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche vorgesehen ist, wobei im Normalfall sich das Brennstoffzellensystem im Bereitschaftszustand befindet.
16. Verfahren zum Betreiben einer Anordnung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Kathodenraum in einem Bereitschaftszustand nicht durchströmbar ausgestaltet wird und mit dem Oxidator gefüllt wird und daß der Anodenraum mit dem Brennstoff gefüllt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Anodenraum in dem Bereitschaftszustand als nicht durchströmbar ausgestaltet ist.
18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereitschaftszustand der Brennstoff und der Oxidator unter Druck an der Membran anstehen.
19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Übergang von dem Bereitschaftszustand in den Betriebszustand ein Kathodenableitungssperrglied geöffnet und der Oxidator dem Kathodenraum zugeführt wird.
20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß der Oxidator zuerst aus einem Tank dem Kathodenraum zugeführt wird, und daß dann ein Gas, insbesondere Luft, in den Kathodenraum angesaugt wird.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass für einen Übergang vom Bereitschaftszustand in den Betriebszustand ein Anodenableitungssperrglied geöffnet und der Brennstoff dem Anodenraum zugeführt wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenraum des Gehäuses (43, 143) des Brennstoffzellensystems unter einem Überdruck eines Gases, insbesondere Stickstoff, gehalten wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennstoffzelle in dem Bereitschaftszustand bei Betriebstemperatur gehalten wird.



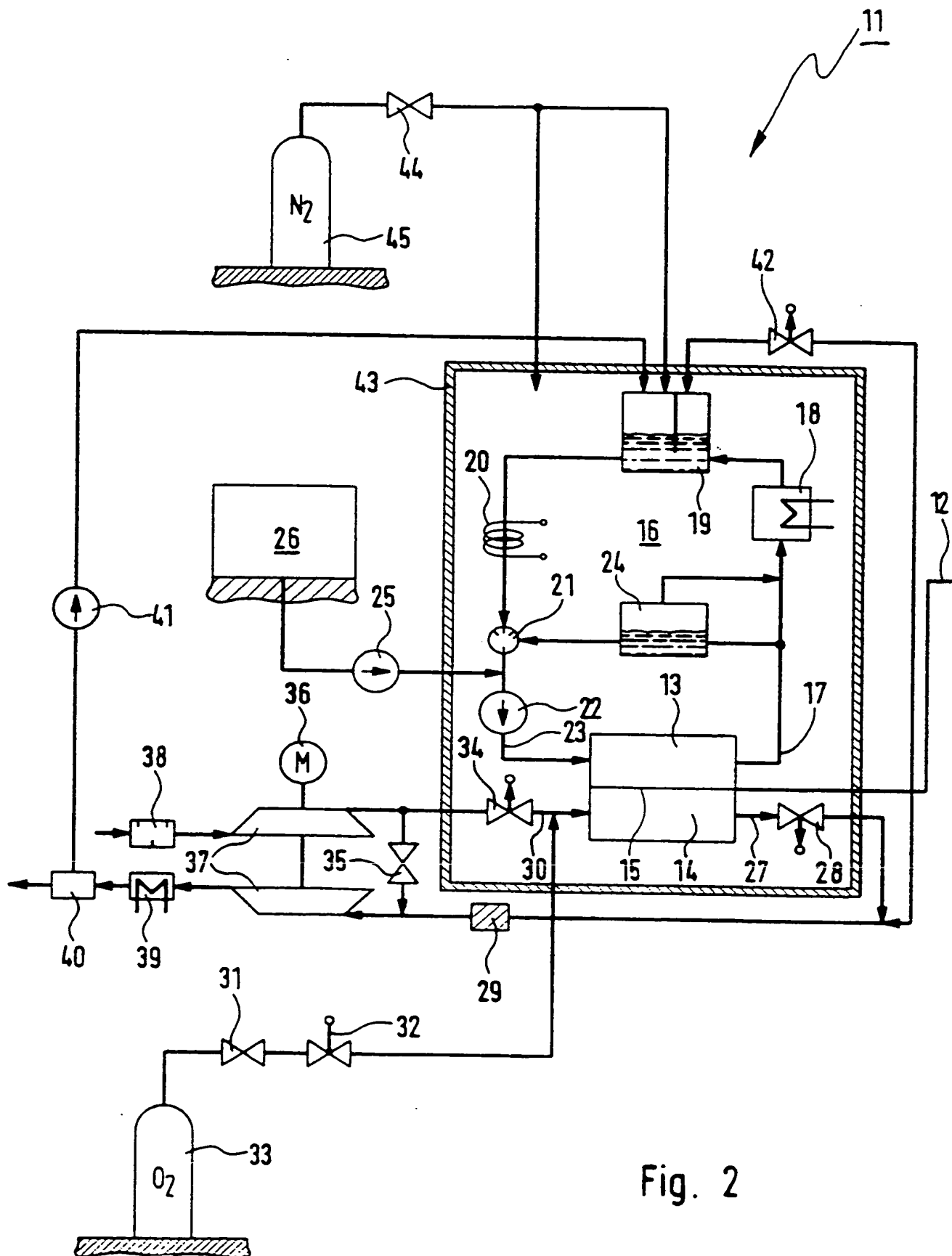


Fig. 2

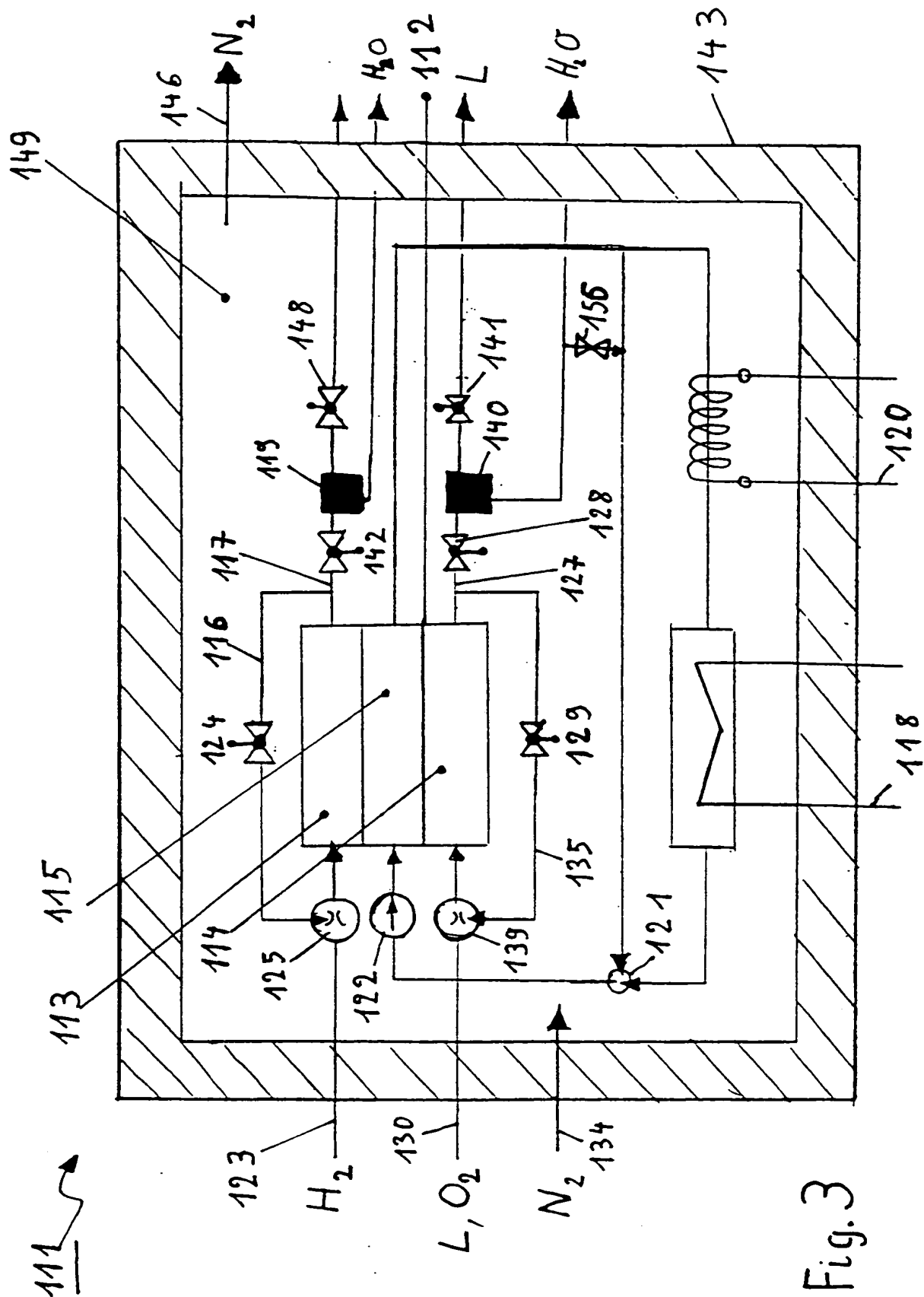


Fig. 3



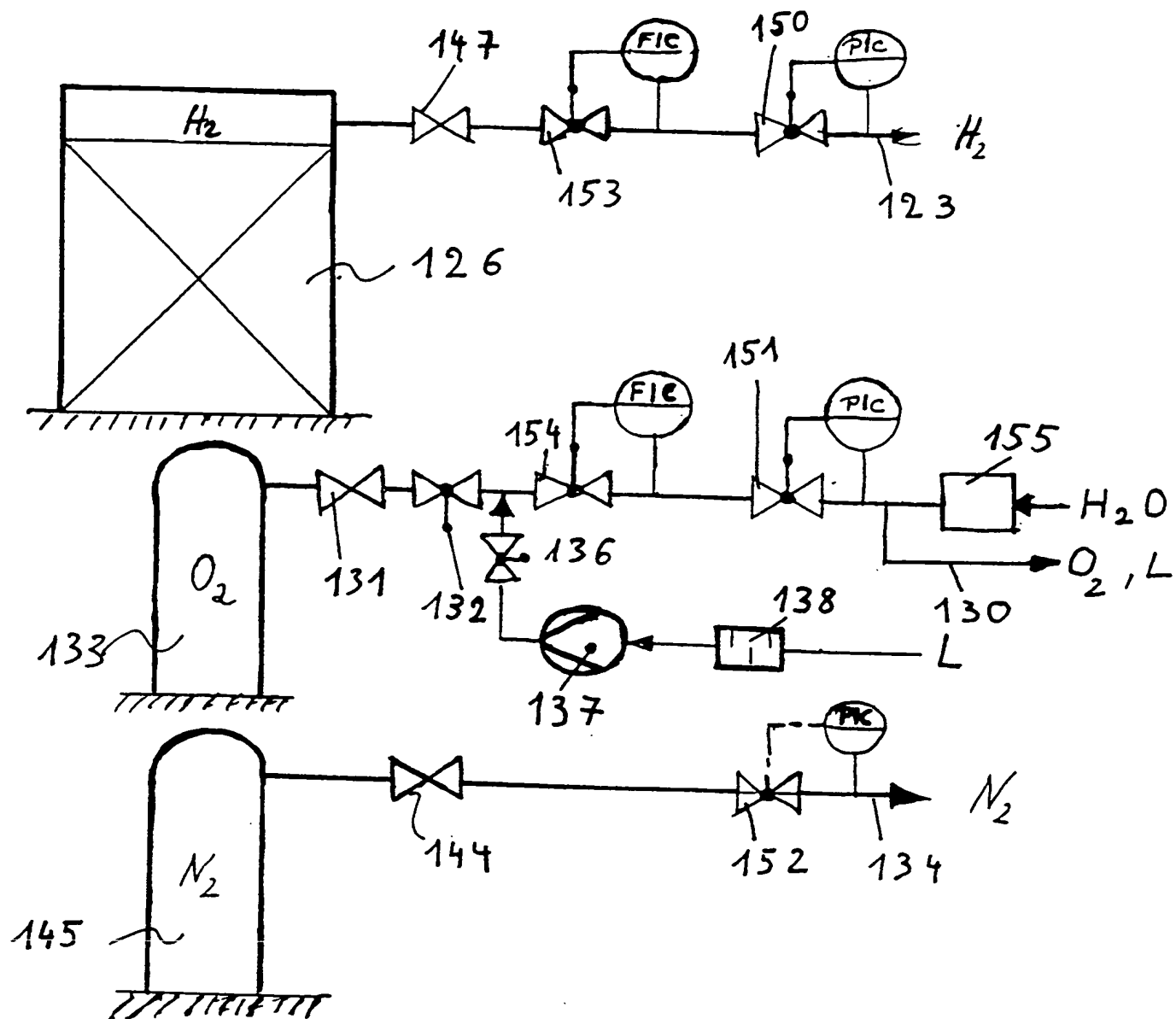


Fig. 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern al Application No

PCT/EP 98/03155

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 H01M8/04 H02J9/06

According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01M H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 195 38 381 A (AEG ENERGIE-TECHNIK GMBH) 17 April 1997 cited in the application see column 2, line 25 - line 34; figure 1 see column 2, line 48 - line 68 see column 3, line 31 - column 4, line 51	15
A	-& WO 97 15106 A (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) 24 April 1997 ---	4,5,19
X	FR 1 536 877 A (VARTA AKTIENGESELLSCHAFT) 16 August 1968 see page 1, left-hand column, paragraph 2 - paragraph 3; claim 1; figure 1 see page 2, left-hand column, paragraph 4 see page 2, right-hand column, paragraph 3; example 1 --- -/--	15

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 October 1998

Date of mailing of the international search report

20/10/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

D'hondt, J

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr. .al Application No

PCT/EP 98/03155

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>H. KOHLMÜLLER: "Digitale Regelung eines Hydrazin-Sauerstoff-Brennstoffzellennotstromaggregates"  MESSTECHNIK,  vol. 81, no. 3, 1973, pages 84-86,  XP002079800  Erlangen  see page 84, right-hand column, last paragraph - page 85, left-hand column, paragraph 2; figure 2</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1,3,15
A	<p>NORIO EGUCHI ET AL: "Fuel Cells for Telecommunications"  JAPAN TELECOMMUNICATIONS REVIEW,  vol. 22, no. 1, January 1980, pages 75-79,  XP002079801  JAPAN  see abstract  see page 76, right-hand column, paragraph 3 - page 77, left-hand column, paragraph 1; figure 4  see figure 7</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1,3,4,15
A	<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN  vol. 016, no. 236 (E-1210), 29 May 1992  &amp; JP 04 047674 A (FUJI ELECTRIC CO LTD),  17 February 1992  see abstract</p> <p style="text-align: center;">---</p>	14
A	<p>GB 1 534 015 A (INST FRANCAIS DU PETROL)  29 November 1978  see page 3, line 31 - line 34; claims 1,2;  figure 1</p> <p style="text-align: center;">---</p>	1
A	<p>US 5 366 821 A (MERRITT ROBERT D ET AL)  22 November 1994  see column 8, line 38 - line 44; figure 2</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 98/03155

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19538381 A	17-04-1997	WO 9715106 A EP 0855098 A	24-04-1997 29-07-1998
FR 1536877 A		NONE	
GB 1534015 A	29-11-1978	FR 2290764 A BE 835205 A CH 607345 A DE 2549250 A JP 51069150 A NL 7512933 A SE 7512519 A	04-06-1976 04-05-1976 15-12-1978 20-05-1976 15-06-1976 11-05-1976 10-05-1976
US 5366821 A	22-11-1994	AU 671628 B CA 2131387 A WO 9318556 A DE 69302902 D DE 69302902 T EP 0630528 A JP 7505011 T	05-09-1996 16-09-1993 16-09-1993 04-07-1996 12-12-1996 28-12-1994 01-06-1995

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 98/03155

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 H01M8/04 H02J9/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 H01M H02J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 195 38 381 A (AEG ENERGIE-TECHNIK GMBH) 17. April 1997 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 2, Zeile 25 - Zeile 34; Abbildung 1 siehe Spalte 2, Zeile 48 - Zeile 68 siehe Spalte 3, Zeile 31 - Spalte 4, Zeile 51	15
A	-& WO 97 15106 A (LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-GMBH) 24. April 1997 --- -/-	4, 5, 19

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Oktober 1998

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/10/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

D'hondt, J

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern .ales Aktenzeichen

PCT/EP 98/03155

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 1 536 877 A (VARTA AKTIENGESELLSCHAFT) 16. August 1968 siehe Seite 1, linke Spalte, Absatz 2 - Absatz 3; Anspruch 1; Abbildung 1 siehe Seite 2, linke Spalte, Absatz 4 siehe Seite 2, rechte Spalte, Absatz 3; Beispiel 1 ---	15
A	H. KOHLMÜLLER: "Digitale Regelung eines Hydrazin-Sauerstoff-Brennstoffzellennotstr omagggregates" MESSTECHNIK, Bd. 81, Nr. 3, 1973, Seiten 84-86, XP002079800 Erlangen siehe Seite 84, rechte Spalte, letzter Absatz - Seite 85, linke Spalte, Absatz 2; Abbildung 2 ---	1,3,15
A	NORIO EGUCHI ET AL: "Fuel Cells for Telecommunications" JAPAN TELECOMMUNICATIONS REVIEW, Bd. 22, Nr. 1, Januar 1980, Seiten 75-79, XP002079801 JAPAN siehe Zusammenfassung siehe Seite 76, rechte Spalte, Absatz 3 - Seite 77, linke Spalte, Absatz 1; Abbildung 4 siehe Abbildung 7 ---	1,3,4,15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 016, no. 236 (E-1210), 29. Mai 1992 & JP 04 047674 A (FUJI ELECTRIC CO LTD), 17. Februar 1992 siehe Zusammenfassung ---	14
A	GB 1 534 015 A (INST FRANCAIS DU PETROL) 29. November 1978 siehe Seite 3, Zeile 31 - Zeile 34; Ansprüche 1,2; Abbildung 1 ---	1
A	US 5 366 821 A (MERRITT ROBERT D ET AL) 22. November 1994 siehe Spalte 8, Zeile 38 - Zeile 44; Abbildung 2 -----	3

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern: les Aktenzeichen

PCT/EP 98/03155

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19538381 A	17-04-1997	WO 9715106 A EP 0855098 A	24-04-1997 29-07-1998
FR 1536877 A		KEINE	
GB 1534015 A	29-11-1978	FR 2290764 A BE 835205 A CH 607345 A DE 2549250 A JP 51069150 A NL 7512933 A SE 7512519 A	04-06-1976 04-05-1976 15-12-1978 20-05-1976 15-06-1976 11-05-1976 10-05-1976
US 5366821 A	22-11-1994	AU 671628 B CA 2131387 A WO 9318556 A DE 69302902 D DE 69302902 T EP 0630528 A JP 7505011 T	05-09-1996 16-09-1993 16-09-1993 04-07-1996 12-12-1996 28-12-1994 01-06-1995



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**